

GDK 182:187+913/914+587.7:(497.12Kočevsko)

Prispelo / Received: 26.02.2002
Sprejeto / Accepted: 25.05.2002

Izvorni znanstveni članek
Original scientific paper

VZAJEMNOST FIZIOGRAFSKIH DEJAVNIKOV IN VEGETACIJE TER RABE PROSTORA NA KOČEVSKEM

David HLADNIK*

Izvleček

Na kočevskem območju smo ocenili, kateri so odločilni naravni dejavniki, ki določajo značaj mezoregije, vplivajo na njeno zgradbo in prostorsko razporeditev rabe prostora ter vegetacije. Na kilometrski vzorčni mreži, položeni na vegetacijsko karto in na karte rabe prostora ter fiziografskih dejavnikov, smo zbrali točkovne podatke o vegetacijskih tipih in podatke o potencialnem ter kvaziglobalnem sončnem obsevanju, količini padavin, litološki zgradbi, tleh, reliefni amplitudi, obliki reliefa in nadmorski višini. Za vse fiziografske dejavnike smo ocenili značilno vzajemno informacijsko vsebino z vegetacijsko karto in po treh ravneh stratificiranja pojasnili 35 % informacijske vsebine te karte. V času jožefinskega kartiranja pred več kot 200 leti so negozdna zemljišča obsegala 41 % površine območja; po podatkih, izpeljanih iz klasifikacije satelitskega posnetka Landsat TM, je današnji delež negozdnih zemljišč le še 20 %. Na kočevskem območju je bila nekdanja kmetijska raba prostora razporejena prek večjih gradientov reliefnih amplitud, talnih tipov in potencialnega sončnega obsevanja, kot je danes.

Ključne besede: vzajemna informacijska vsebina, fiziografski dejavniki, vegetacijska karta, raba prostora, GIS, Kočevska, Slovenija

SPATIAL CORRESPONDENCE BETWEEN PHYSIOGRAPHIC FACTORS, VEGETATION AND LAND USE IN THE KOČEVJE REGION

Abstract

We have applied mutual information analysis to assess environmental gradients that occur over the Kočevje region. An evaluation of the physiographic factors, vegetation characteristics and the distribution of land use units in the forest matrix was made on a meso-regional level. Spatial correspondence between the vegetation map and individual models of physiographic factors including solar irradiation, precipitation, geology, soils, relief amplitude, topography and altitude was carried out by the systematic sampling of a 1x1 km net. For all physiographic factors we evaluated the characteristic mutual information content with the vegetation map. At three levels of stratification, 35 % of the information content of the vegetation map was explained. Based on maps from the end of the 18th century, it was estimated that at that time 41 % of the region was non-forested. Today, 20 % of non-forested areas were established by supervised classification of the data from the Landsat TM multispectral satellite imagery. The land use distribution in the Kočevje region is preconditioned by physiographic factors. Historic land use was distributed over broader gradients of relief amplitude, soils and potential solar irradiation.

Key words: mutual information content, physiographic factors, vegetation map, land use, GIS, Kočevska, Slovenia

**VSEBINA
CONTENTS**

| | | |
|----------|----------------------|----|
| 1 | UVOD | |
| | INTRODUCTION | 49 |
| 2 | METODE DELA | |
| | METHODS | 51 |
| 3 | REZULTATI | |
| | RESULTS | 59 |
| 4 | RAZPRAVA | |
| | DISCUSSION | 65 |
| 5 | SUMMARY | 68 |
| 6 | VIRI | |
| | REFERENCES | 70 |

1 UVOD INTRODUCTION

Pri gospodarjenju z gozdom in gozdnim prostorom ter v različnih programih nadzora naravnega okolja pogosto presojamo, kakšni so človekovi vplivi v naravnem okolju; ocenjujemo habitate živalskih vrst; oblikujemo stratume, po katerih razvrščamo in analiziramo prostorske podatke. V gozdarstvu se pri presojanju ekoloških dejavnikov opiramo zlasti na podatke vegetacijskih raziskovanj. Že v obdobju največjega razmaha fitocenoloških kartiranj na Slovenskem so raziskovalci pokazali, da je mogoče izsledke takega raziskovanja uporabiti pri preučevanju ekosistemov – in sicer neposredno kot podatke o sestavi, procesih in pojavih v fitocenozah; posredno pa vegetacijske enote nakazujejo razmere, ki vladajo na rastiščih (ROBIČ 1974, ZUPANČIČ 1976). Sodobno gospodarjenje z gozdovi temelji na poznavanju rastišč in njihovih značilnosti. Tudi na Slovenskem so utemljili, da je smiselno ugotavljati prirastoslovne kazalce po rastiščnih enotah, ki so bile določene posredno z vegetacijo (KOTAR / ROBIČ 1990, 2001). Pojem gozdnega rastišča je bil opredeljen tako v gozdarstvu kot v krajinski ekologiji, kjer rastišče primerjajo s krajinsko enoto, če je tudi jasno opredeljeno v prostoru (ZONNEVELD 1989).

Sistematično raziskovanje vegetacije v zadnjih 40-tih letih je omogočilo izvedbo fitogeografske razčlenitve Slovenije (ZUPANČIČ et al. 1987, ZUPANČIČ / ŽAGAR 1995). Prvo fitogeografsko razdelitev Slovenije je izdelal M. Wraber. Njegovo delitev, ki izhaja iz predpostavke, da so rastlinska odeja in rastlinske združbe najzvestejši odsev celotnega delovanja ekoloških dejavnikov na določenem prostoru, sta pojasnila in dopolnila tudi ZUPANČIČ (1976) in MARINČEK (1987). Slovenija je bila razdeljena na šest fitogeografskih območij: alpsko, predalpsko, dinarsko, preddinarsko, subpanonsko in submediteransko. Na podlagi novejših raziskovanj so dopolnili in utemljili novo fitogeografsko delitev preddinarskega sveta in njegovo razmejitev med dinarskim in predalpskim svetom Slovenije (ZUPANČIČ / ŽAGAR 1995). Raziskovalci vegetacije na Slovenskem so opozorili na pomen vegetacijskih kartiranj v okviru pedologije, geologije, fitogeografije; povezanost s klimatologijo in palinologijo; pomen za razvoj gozdarstva, metijstva, varstva naravnega okolja ter regionalnega prostorskega načrtovanja.

Podobno kot se pri gospodarjenju z gozdom na sestojni ravni opiramo na značilnosti rastišča, skušamo na višjih ravneh oblikovati členitve, ki izhajajo iz značilnosti naravnega in družbenega okolja. PLUT (1999) je ocenil, da je členitev državnega ozemlja, ki upošteva naravnogeografske in pokrajinskoekološke značilnosti, ena od osnov za optimalno prostorsko organizacijo življenja in dela na regionalni ravni. Predlagal je sonaravno zasnovano členitev Slovenije, kjer bi ob teh značilnostih upoštevali tudi ekonomske in upravopolitične vidike ter regionalno pripadnost prebivalstva. Slovenske mezoregije so bile tako razmejene pretežno po porečjih, ki povezujejo pokrajinskoekološke spletne v okviru vplivnih območij regionalnih središč (PLUT 1999).

Tak koncept regionalne členitve Slovenije upošteva podobna izhodišča, kot so jih pred 50 leti na Slovenskem uporabili gozdarski načrtovalci pri oblikovanju gozdnogospodarskih območij. Ta območja so postala okvir za gozdnogospodarsko načrtovanje, kajti v geomorfološkem, ekološkem in vegetacijskem pogledu predstavljajo zaokrožene celote. Za vsako od 14 območij so značilne lastne razvojne zakonitosti, potrebe in odnos do gozdov so po območjih različni, tako kot se razlikuje njihov demografski in družnogospodarski razvoj (GAŠPERŠIČ 1995). Že v začetku oblikovanja gozdnogospodarskih območij (ŽUMER 1948) so jih nameravali oblikovati tako, da bi hkrati predstavljala enote in celote; gravitacijski kriteriji so bili pomembnejši od vegetacijskih; razmejena območja naj bi ponazarjala tudi povezanost gozdnega in vodnega gospodarstva, ne le povezanosti med gospodarjenjem z gozdom in porabo lesa. Doslej so za ta območja že četrnič obnovili desetletne gozdnogospodarske načrte, tako da so postala tudi informacijske celote za mnogonamensko in trajnostno gospodarjenje z gozdovi. Lahko bi jih privzeli kot celote, ki na ravni geografske mezoregije (PLUT 1999) ali krajinskoekološke mezohore (NAVEH 1994) predstavljajo značilnosti naravnega in družbenega okolja.

V tem prispevku želimo oceniti, kateri so odločilni naravni dejavniki, ki določajo značaj mezoregije, vplivajo na njeno zgradbo in prostorsko razporeditev rabe prostora ter vegetacije. Ocenimo smo izdelali na Kočevskem, ker se meje tega gozdnogospodarskega območja dobro ujemajo tudi s Kočevsko-Ribniško mezoregijo, eno od mezoregij, ki so bile utemeljene na podlagi dveh dominantnih kriterijev – hidrogeografskega in ekonomskogeografskega (PLUT 1999). Na kočevskem območju smo posebej določili dva sklopa raziskovalnih ciljev:

- kvantitavno oceniti, kakšen je vpliv fiziografskih dejavnikov na razporeditev vegetacijskih enot in rabe prostora;
- preveriti učinkovitost modelov, na podlagi katerih ocenjujemo fiziografske dejavnike na regionalni ravni.

S prispevkom smo želeli preveriti hipotezo, da v razmeroma ohranjenem naravnem okolju fiziografski dejavniki odločilno vplivajo na razporeditev vegetacije in današnje ter nekdanje človekove rabe prostora. Domnevali smo, da je mogoče sklepati o vplivu fiziografskih dejavnikov tudi na podlagi generalizirane vegetacijske karte.

2 METODE DELA

METHODS

Na kočevskem območju smo oblikovali prostorske enote, da bi določili krajinsko matico in ocenili njeno zgradbo. Prostorske enote smo oblikovali na podlagi karte pokrovnosti, izdelane z nadzorovano klasifikacijo posnetka Landsat TM iz leta 1992. Izdelavo karte smo podrobneje že predstavili (HOČEVAR 1996, HLADNIK 1998); v tem prispevku smo jo uporabili, ker smo pri razmejevanju na gozdna in negozdna zemljišča dosegli sprejemljivo 94 % celotno natančnost nadzorovane klasifikacije. Na karti smo slikovne elemente negozdnih zemljišč povezali s sosednjimi istovrstnimi slikovnimi elementi. Take zaplate negozdnih zemljišč, ki so obsegale vsaj 100 ha, smo z metodo prostorskega kopičenja povezali v prostorske enote (HLADNIK 1998). Tako smo oblikovali prostorske enote negozdnih zemljišč, ki jih po FORMANU (1995) označujemo kot zaplate v matici gozda. Matico v krajini določajo tisti krajinski elementi, vegetacijske enote ali rabe prostora, ki prevladujejo po površini, so najbolj povezani v prostoru ali določajo dinamiko tokov in razvoja v krajini. Odločilen je zlasti tretji kriterij, kajti FORMAN (1995) pravi, da sta povezanost in prevladovanje po površini le posredni oceni za presojo, kateri krajinski element uravnava dinamiko razvoja v krajini.

Podatke o nekdanji negozdni rabi prostora smo povzeli po jožefinskih vojaških zemljevidih iz obdobja 1763-1787 (RAJŠP 1995). Na listih jožefinskega kartiranja smo za oporne točke privzeli cerkve v naseljih, kapele in v posameznih primerih tudi križišča poti, ki jih je bilo mogoče določiti na jožefinskih kartah, zanesljivo pa smo jih določili

tudi na listih temeljne gozdarske karte. Posamezne liste v merilu 1:28.800 smo razdelili na vsaj dve območji, ki so ju oklepale oporne točke. Ta območja smo ločeno vektorsko digitalizirali, meje rabe prostora pa transformirali v Gauss-Krügerjev pravokotni koordinatni sistem na podlagi vsaj štirih opornih točk. Če so med vektorskim digitaliziranjem listov nastale razlike med mejami, smo jih izravnali tako, da smo meje v tem delu popravili po primerjavi s topografsko karto v merilu 1:25.000, ki smo jo s fotokopirnim strojem pomanjšali v merilo jožefinskih kart. Tak postopek vektorskega digitaliziranja smo izpeljali zato, ker listi jožefinskega kartiranja vsebujejo več napak. KOROŠEC (1993) je opisal, kako so vojaški zemljemerci in kartografi v 18. stoletju napačno izdelali eno samo koordinatno mrežo kartnih sekcij za celotno ozemlje tedanjih avstrijskih dežel. Podobno kot pri kasnejšem franciscejskem katastru je bil vsak list načrta samostojna triangulacijska enota, kajti pri zgostitvi triangulacije niso upoštevali zakrivljenosti zemlje (DEMŠAR 1995). Kartiranje je bilo relativno natančno izdelano le znotraj območja posamezne ledine.

Za oceno vegetacijskih značilnosti smo uporabili Vegetacijsko karto Kočevsko-ribniškega območja v merilu 1:200.000 (PUNCER 1980). Ker doslej še niso izdelali vegetacijskih kart v podrobnem merilu za celotno območje raziskav, smo za ocenjevanje vegetacijskih značilnosti na regionalni ravni uporabili generalizirano vegetacijsko karto v merilu 1:200.000. Domnevali smo, da bo ta karta dobro izhodišče za ocenjevanje vzajemne informacijske vsebine s kartami fiziografskih dejavnikov, ki so bili ocenjeni na podlagi grobih modelov in prikazani v kartah majhnih meril.

Po DAVISU in DOZIERJU (1990) smo povzeli metodo za analiziranje vzajemne informacijske vsebine med karto rabe prostora, vegetacijsko karto in ocenjenimi fiziografskimi dejavniki. Metoda izhaja iz domneve, da ekološka soodvisnost med okoljskimi dejavniki vpliva na prostorsko urejenost in razmeščenost krajinskih elementov. Da bi metodo uporabili, je potrebno vegetacijsko karto ali ocenjeni fiziografski dejavnik na tematskih kartah privzeti kot mozaik, kartirne enote pa kot homogene enote. Taka predstavitev okoljskih dejavnikov je bolj ali manj umetna, odvisno od pestrosti raziskovalnega območja in merila opazovanja. Pestrost privzetih mozaikov na kartah je odvisna od števila zaplat in lestvice kartirnih enot, v katere smo razvrstili vegetacijske tipe ali gradiente fiziografskih dejavnikov. Določamo jo z oceno entropije:

$$H = - \sum_{j=1}^u p_j \ln p_j,$$

kjer je p_j delež mozaika v zaplati vrste j ; $j = 1, \dots, u$. Če prostor razvrščamo po dveh okoljskih dejavnikih, matematično bi jih označili kot spremenljivki x in y , nastane kompleksnejši mozaik z ocenjeno entropijo:

$$H(x, y) = - \sum_{j=1}^u \sum_{k=1}^v p_{jk} \ln p_{jk}.$$

V tem obrazcu predstavlja p_{jk} delež mozaika, kjer sta x in y v razredih j in k . Največjo entropijo bi ocenili, če bi bili x in y neodvisni; takrat med njima ne bi bilo nobene prostorske skladnosti.

GRANIERO in PRICE (1999) sta ob opisu metode pojasnila, da prostorski vzorec vegetacijskih tipov v krajini lahko opazujemo kot sistem, posamezno prostorsko razmestitev vegetacijskih tipov na raziskovanem območju pa kot stanje sistema. Entropija v tem kontekstu predstavlja nedoločnost, povezano s stanjem sistema ali neodvisnost sistema, da zavzame določena stanja. V našem primeru entropija predstavlja neodvisnost prostorske razmestitve vegetacijskih enot od fiziografskih dejavnikov na Kočevskem. V naravi velja, da je skupna entropija nižja od največje teoretično možne, kajti pogosto ena spremenljivka vsaj omejuje drugo, če že nista kakorkoli povezani. DAVIS in DOZIER (1990) sta navedla, da imenujejo razliko med dejansko ocenjeno in maksimalno entropijo tudi vzajemno informacijsko vsebino med spremenljivkama x in y . To lahko ocenimo s slučajnostno izbranim vzorcem dveh spremenljivk, razvrščenih v kontingenčne tabele. Za velike vzorce ocenjujemo vzajemno informacijsko vsebino po obrazcu:

$$I(x, y) = N \ln N + \sum_{j=1}^u \sum_{k=1}^v f_{jk} \ln f_{jk} - \sum_{j=1}^u f_{j.} \ln f_{j.} - \sum_{k=1}^v f_{.k} \ln f_{.k},$$

N – število enot v vzorcu, f_{jk} – število vzorčnih enot, kjer sta $x = j$ in $y = k$,

$f_{j.}$ – število vzorčnih enot, kjer je $x = j$, $f_{.k}$ – število vzorčnih enot, kjer je $y = k$.

Če sta x in y neodvisni, je $I(x, y) = 0$; če sta popolnoma skadni, je $I(x, y)$ enak produktu med številom enot v vzorcu in entropijo x ali y . DAVIS in DOZIER (1990) sta po Kulbacku povzela utemeljitev, da je $2I$ približno porazdeljen v χ^2 porazdelitvi z $(u-1)(v-1)$ stopinjami prostosti.

Po tej metodi smo na kilometrski vzorčni mreži, položeni na vegetacijsko karto in karte fiziografskih dejavnikov, zbrali točkovne podatke o vegetacijskih tipih ter podatke o potencialnem in kvaziglobalnem sončnem obsevanju, količini padavin, litološki zgradbi, tleh, reliefni amplitudi, obliki reliefa in nadmorski višini. Točkovne podatke smo zbrali z operatorji za prekrivanje prostorskih podatkov. V preglednicah smo jih razvrstili v hierarhično oblikovane stratume, glede na povezavo med atributi vegetacijske karte in atributi ocenjenih fiziografskih dejavnikov. Tisti fiziografski dejavnik, ki smo mu ocenili največjo vzajemno informacijsko vsebino z vegetacijsko karto, smo postavili na prvo raven stratificiranja. Določili smo tudi razrede gradientov, po katerih je bila ocena vzajemne informacijske vsebine najvišja. Tako smo na primer oblikovali razporeditev po dvestometerskih višinskih pasovih, znotraj vsakega pasu pa smo med preostalimi dejavniki iskali tistega z največjo vzajemno informacijsko vsebino. Na vsaki ravni stratificiranja smo ocenili, za koliko se je zmanjšala začetna entropija $H(y)$, če smo vzorčne podatke stratificirali po razredih fiziografskega dejavnika z največjo ocenjeno vzajemno informacijsko vsebino:

$$H_T(y) = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^S f_s H_s(y),$$

$$r_T = 1 - \frac{H_T(y)}{H(y)},$$

$H_T(y)$ – vsota entropij, tehtana z velikostjo posameznih stratumov,

N – število vzorčnih enot,

S – število stratumov na ravni T ,

f_s – število vzorčnih enot v stratumu s ,

r_T – delež informacijske vsebine, pojasnjen s stratifikacijo.

Oceno vzajemne informacijske vsebine smo izdelali v okolju programskega orodja Microsoft EXCEL.

2.1 OPIS OBMOČJA

STUDY AREA

Kočevsko območje, ki meri 118.000 ha, smo izbrali kot eno izmed 14 gozdnogospodarskih območij v Sloveniji. Raziskovalci so v pregledu vegetacijskih značilnosti in popisanih živalskih skupin pokazali, da je Kočevsko v veliki meri še ostalo ohranjeno naravno okolje. Do 14. stoletja so območje pokrivali obsežni gozdovi, kajti z notranjo kolonizacijo so do tedaj poselili samo dostopnejše griče in blaga pobočja okrog Kočevskega. V severnem (ribniškem) delu območja so se naselili Slovenci. Tako je bila Ribnica že v 14. stoletju pomembno gospodarsko in upravno središče. Na Kočevskem so se šele v 14. stoletju naselili ljudje iz ortenburških posestev iz avstrijske Zgornje Koroške oziroma Vzhodne Tirolske (KREN 1995). Sprva so se naseljevali zlasti v kotlinskih naseljih, če so bili tam stalni izviri in potoki, kasneje tudi v višinskih gozdnih vaseh. Večji del Kočevskega je namreč sestavljen iz značilnih kraških predelov na apnencu in dolomitu, normalni relief je razvit le na zaplatah vododržnih kamnin v osrednjem in južnem delu. Le na ribniškem delu območja je razvit relief z nadzemno tekočimi vodami.

Gozdove so krčili do konca 18. stoletja. Kočevsko je bilo najbolj intenzivno poseljeno v 19. stoletju; z ljudskim štetjem so leta 1869 popisali 26.000 ljudi (CIGLAR 1979). Po tem obdobju so se ljudje izseljevali, tako da je na začetku prve svetovne vojne na Kočevskem živelo za pol manj ljudi kot v 19. stoletju. Usodno je prebivalce in krajino tega območja zaznamovala druga svetovna vojna. Takrat so okrog 12.000 kočevskih Nemcev naselili na kmetijah izseljenih slovenskih kmetov z območja Krškega in Brežic. Ob koncu vojne so se večinoma izselili v Avstrijo in Nemčijo, Kočevsko pa je ostalo prazna dežela (PRELESNIK 1992). Od 170 predvojnih naselij jih danes 70 ne obstaja več. Po Prelesnikovi oceni je pionirska vegetacija prerasla od 25.000 do 28.000 ha nekdanjih kmetijskih zemljišč na Kočevskem.

Po fitogeografski razdelitvi Slovenije pripada vegetacija kočevskega območja dinarskemu in preddinarskemu fitogeografskemu območju (MARINČEK 1987). ZUPANČIČ (1992) je ocenil, da leži območje na optimalnem fitogeografskem območju ilirske florne province; razdeljeno je na višji dinarski in nižji preddinarski svet. Gozdove je po pasovih razdelil na podgorske in srednjegorske čiste bukove gozdove preddinarskega sveta, drugi pas pa gradijo zgornjegorski mešani jelovo-bukovi gozdovi in v fragmentih tudi čisti

bukovi gozdovi dinarskega sveta. Ti se vzpenjo do najvišjih vrhov na območju (1.100 do 1.290 m). Severovzhodni in jugovzhodni del območja pripadata tudi panonskemu klimatskemu območju, ki sega prek Bele Krajine po dolini Kolpe tudi na skrajni južni rob območja.

Meje kočevskega območja se na severu razlikujejo od meja PLUTOVE (1999) mezoregije, saj so Mačkovec, Velikolaška pokrajina, Dobropolje in Ribniška Mala gora v celoti vključeni v območje; občinske meje, na katere se je oprl Plut, pa del teh pokrajinsko-ekoloških enot in podenot uvrščajo v Ljubljansko mezoregijo. Podobne razlike so tudi na jugovzhodu območja, kjer sta dela Poljanske doline in Poljanske gore uvrščena v Belo Krajino.

2.2 OCENJEVANJE FIZIOGRAFSKIH DEJAVNIKOV **ESTIMATION OF PHYSIOGRAPHIC FACTORS**

Ko smo ocenjevali fiziografske dejavnike, smo privzeli kartno gradivo in modele, ki so jih razvili drugi raziskovalci; za ocenjevanje prevladujočih dejavnikov v prostorskih enotah smo razvili tudi lastne modele. Prostorske podatke smo obdelali v okolju geografskih informacijskih sistemov IDRISI (EASTMAN 1995) in ARC/INFO (ESRI 1996).

Podatke o geoloških in pedoloških značilnostih Kočevske smo prevzeli iz PUNCERJEVE (1980) raziskave dinarskih jelovo-bukovih gozdov na Kočevskem. Obe karti smo izbrali za oceno fiziografskih dejavnikov na regionalni ravni, ker ju je avtor raziskave dodal v priloge ob Vegetacijski karti Kočevsko-ribniškega območja v merilu 1:200.000. Te karte so izdelali na podlagi kartiranj v večjih merilih, pedološke in vegetacijske karte tudi v merilu 1:10.000. Domnevali smo, da je avtor pri oblikovanju generalizirane vegetacijske karte upošteval tudi podatke pedološke in geološke karte, kar bi bilo podobno konceptu kartiranja, kot ga je v krajinski ekologiji opisal ZONNEVELD (1989).

Na kartah v merilu 1:200.000 (PUNCER 1980) smo pedološke enote razvrstili v 8 stratumov (rendzine; rjava pokarbovatna tla na dolomitu; rjava pokarbovatna tla na apnencu; sprana rjava pokarbovatna tla; opodzoljena rjava pokarbovatna tla; kislja rjava

tla na glinastih skrilavcih in peščenjakih; opodzoljena rjava tla na pleistocenski ilovici; glej in psevdoglej), litološke enote pa v 7 stratumov (permski in sp. triasni skrilavci in peščenjaki; triasni dolomiti in apnenci; jurski apnenci in dolomiti; kredni apnenci z dolomitom in dolomitno brečo; zg. kredni lapornat apnenec in vložki roženca; eocenski fliš in lapor ter pliocenski in pleistocenski lapor; glina, kremenov prod in roženčev pesek).

Klimatske dejavnike smo ocenili po modelih potencialnega in kvaziglobalnega sončnega obsevanja, kartah razporeditve padavin ter posredno tudi po kartah vertikalne razčlenjenosti reliefa. Za Kočevsko sta HOČEVAR in KAJFEŽ-BOGATAJ (1983) opredelila klimatske značilnosti tako, da sta za oceno vrednosti meteoroloških elementov pogosto uporabila metodo vertikalnih gradientov. Iz njenega dela smo povzeli karti prostorske razporeditve letne količine padavin in padavin v vegetacijski dobi za Kočevsko v tridesetletnem obdobju 1931–1960.

Iz podatkov digitalnega modela reliefa DMR100 smo izdelali karti višinskih pasov in reliefne amplitude. Obe karti naj bi posredno nakazali tudi del klimatskih značilnosti, kajti po HOČEVAR in KAJFEŽ-BOGATAJ (1983) se vrednosti meteoroloških elementov v reliefu najmočneje spreminjajo z nadmorsko višino. Metodo za ocenjevanje reliefne amplitude smo povzeli po NATKU (1983). Ta je reliefno amplitudo oziroma reliefno energijo opredelil kot višinsko razliko med najvišjo in najnižjo točko v reliefu nekega definiranege polja – običajno jo ocenjujemo v kvadratnih ali okroglih poljih. Na Kočevskem smo kilometrsko mrežo kvadratov razdelili tako, da središče vsakega kvadrata leži na presečišču osnovne kilometrske mreže. V okolju geografskega informacijskega sistema IDRISI smo za vsak kvadrat izračunali višinsko razliko med najvišjo in najnižjo točko v digitalnem modelu reliefa DMR100. Karte višinskih pasov smo izdelali tako, da smo na rastrski karti podatkov DMR100 uporabili operator za razvrščanje in te podatke razvrstili v 50-, 100- ali 200-metrške višinske pasove. Za regionalno raven smo karte višinskih pasov in naklonov izdelali v rastrski podatkovni strukturi programskega okolja IDRISI.

Na podlagi podatkov DMR100 smo izdelali karto potencialnega sončnega obsevanja. Prevezli smo model (FRANK / LEE 1966), ki ga je za slovenske razmere oziroma Ljubljano priredil ANKO (1983). Ta model upošteva le astronomske in topografske

dejavnike; za ocenjevanje potencialnega sončnega obsevanja v prostorskih enotah smo ga preoblikovali tako, da smo kombinacije 16 nebesnih leg in 12 razredov naklona strnili v tri skupine. Poimenovali smo jih ravnice (naklon $< 5^\circ$), prisojne lege ($101,25^\circ \leq$ azimut $< 258,75^\circ$) in osojne lege ($258,75^\circ \leq$ azimut $< 101,25^\circ$). Skupine smo oblikovali tako, da smo za merilo razmejevanja privzeli vrednost 20-letnega povprečja (1960–1979) globalnega obsevanja za Ljubljano, to je $1083,3 \text{ kWh/m}^2$ letno (HOČEVAR et al. 1982).

Na Geografskem inštitutu ZRC SAZU so za Kočevsko izdelali karto energije kvaziglobalnega sončnega obsevanja. Model kvaziglobalnega sončnega obsevanja so povzeli po GABROVCU (1996), ki je izdelal karto kvaziglobalnega obsevanja za Slovenijo. Tudi za ta model so podlaga podatki DMR100, izpeljan pa je iz modela za izračun ploskovne gostote moči kvaziglobalnega obsevanja (HOČEVAR et al. 1982).

Iz podatkov DMR100 smo ocenili oblikovitost reliefa. Povzeli smo eno od metod, ki jih je opisal WEIBEL (1989). Ta je za določanje reliefnih gradientov predlagal Laplacov filter, zato smo ga uporabili za preoblikovanje podatkov DMR100 in DMR500. Na regionalni ravni smo reliefne gradiente ocenjevali na podlagi podatkov DMR100, in sicer tako, da smo najprej izluščili podatke za 500×500 -metrsko vzorčno mrežo, oblikovali DMR500 in te podatke obdelali z Laplacovim filtrom. Reliefne gradiente smo tako ocenjevali v enako velikih poljih kot reliefno amplitudo. Določili smo skupine reliefnih oblik, ki v tem merilu ponazarjajo slemena, prelome pobočij, doline, ravnice in dolga nerazčlenjena pobočja. Za to prostorsko merilo smo izračunane vrednosti na karti reliefnih gradientov razvrstili v skupine konkavnih in konveksnih oblik ter skupine nerazčlenjenega površja. Da bi ločili ravnice in dolga nerazčlenjena pobočja, smo izračunali tudi naklon po ploskvah, ki so jih določali podatki DMR500 (HLADNIK 1998).

3 REZULTATI RESULTS

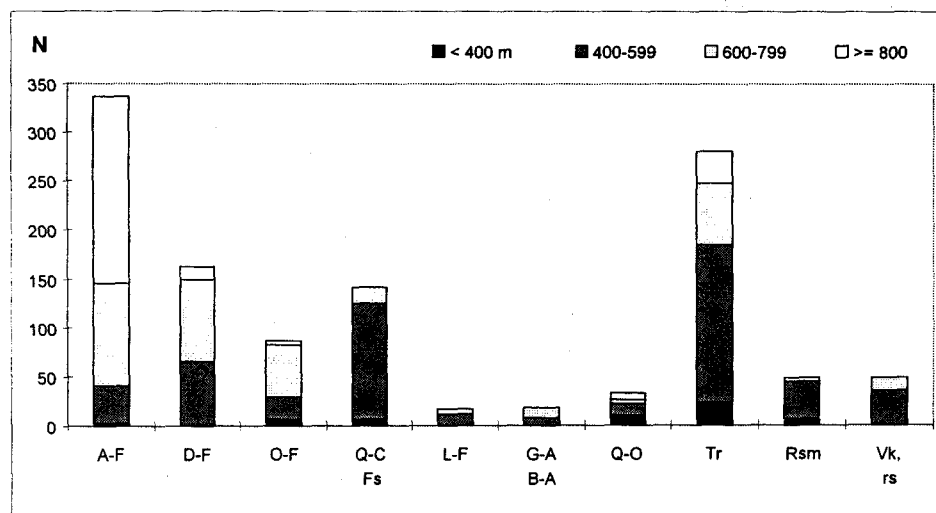
Za vse fiziografske dejavnike smo ocenili značilno vzajemno informacijsko vsebino z vegetacijsko karto. Največje znižanje entropije v vzorcu ($H(y)$) smo dosegli, ko smo oblikovali stratume po 200-metrskih višinskih pasovih. Ocenjena začetna entropija se je z vrednosti $H(y)=1,911$ znižala na $H(y)=1,629$, če smo vzorčne podatke iz vegetacijske karte združili v stratume višinskih pasov pod 400 m, 400 do 600 m, 600 do 800 m in nad 800 m nadmorske višine. S tako oblikovanimi stratumi smo pojasnili 15% informacijske vsebine na vegetacijski karti. Nad 10% informacijske vsebine smo ocenili še s stratumi po podatkih pedološke karte in s stratumi po reliefni amplitudi v kilometrskih kvadratih.

Preglednica 1: Vzajemna informacijska vsebina med ocenjenimi fiziografskimi dejavniki in Vegetacijsko karto Kočevsko-ribniškega območja (PUNCER 1980), $N=1173$

Table 1: Mutual information content of Kočevje Region Vegetation Map (PUNCER 1980) and estimated physiographic factors, $N=1173$.

| FIZIOGRAFSKI DEJAVNIKI PHYSIOGRAPHIC FACTORS | | $H_{1(y)}$ | r_1 | $2I(x,y)$ | $(u-1)(v-1)$ | χ^2 | $n<5$ |
|---|--|------------|-------|-----------|--------------|----------|-------|
| Potencialno obsevanje <i>Potential solar irradiation</i> | | 1,83 | 0,04 | 199,0 | 9x2 | *** | 2 |
| Kvaziglobalno obsevanje <i>Quasiglobal solar irradiation</i> | | 1,84 | 0,03 | 155,8 | 9x2 | *** | 3 |
| Padavine <i>Precipitation</i> | letna vsota / <i>annual amount</i> | 1,78 | 0,07 | 310,1 | 9x1 | *** | 0 |
| | v vegetacijski dobi <i>during the vegetation period</i> | 1,78 | 0,07 | 308,5 | 9x1 | *** | 0 |
| Litološka zgradba <i>Lithological structure</i> | | 1,72 | 0,10 | 439,0 | 9x5 | *** | 22 |
| Tla / <i>Soils</i> | | 1,65 | 0,13 | 603,6 | 9x7 | *** | 28 |
| Reliefna amplituda / <i>Relief amplitude</i> | | 1,70 | 0,11 | 503,0 | 9x3 | *** | 6 |
| Oblika reliefa / <i>Topography</i> | | 1,83 | 0,04 | 180,4 | 9x4 | *** | 9 |
| Nadmorska višina / <i>Altitude</i> | | 1,63 | 0,15 | 660,9 | 9x3 | *** | 8 |

Legenda: $H_{1(y)}$ – entropija v vzorcu na prvi ravni stratificiranja, r_1 – delež pojasnjene informacijske vsebine, $2I(x,y)$ – ocena vzajemne informacijske vsebine, $(u-1)(v-1)$ – število stopinj prostosti, $n<5$ – število celic s teoretično frekvenco, manjšo od 5.



A-F: *Abieti-Fagetum* din., D-F: *Dentario-Fagetum*, O-F: *Ostryo-Fagetum*, Q-C, Fs: *Quercus-Carpinetum*, *Fagetum submont.*, L-F: *Luzulo-Fagetum*, G-A, B-A: *Galio-Abietetum*, *Bazzanio-Abietetum*, Q-O: *Quercus-Ostryetum*, Tr: travišča, Rsm: razvojni stadiji s smreko, Vk, rs: vegetacijski kompleksi in razvojni stadiji

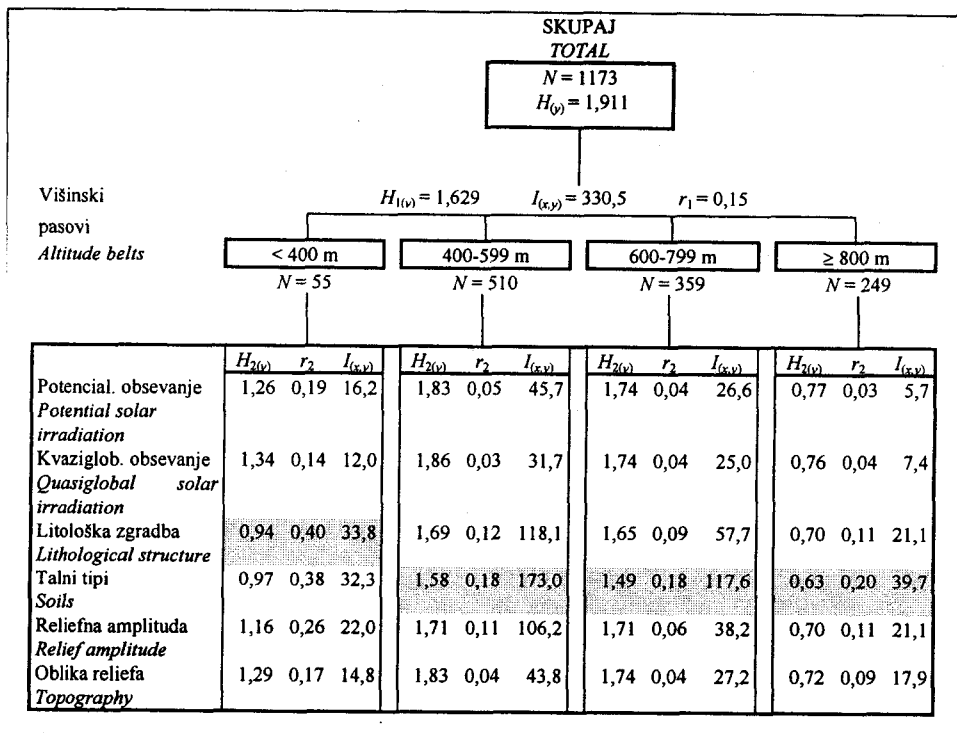
Slika 1: Struktura vegetacijskih enot, ocenjena po Vegetacijski karti Kočevsko-ribniškega območja (PUNCER 1980) in po karti višinskih pasov, izpeljani iz podatkov DMR100

Figure 1: Vegetation composition, estimated by Kočevje Region Vegetation Map (PUNCER 1980) and altitude belts, derived from 100-m digital elevation model (DEM)

Ker smo ocenili, da je nadmorska višina najpomembnejši fiziografski dejavnik na območju, smo jo postavili na prvo raven hierarhične zasnove stratificiranja. Na drugi ravni so najodločilnejši dejavnik tla. S stratumi po podatkih pedološke karte smo v višinskih pasovih med 400 in 600 m ter 600 in 800 m pojasnili po 18 % informacijske vsebine vegetacijske karte, v višinskem pasu nad 800 m pa 20 % informacijske vsebine. Litološka zgradba in tla sta najodločilnejša dejavnika tudi v pasu pod 400 m nadmorske višine. Po dveh ravneh stratificiranja smo pojasnili 31 % informacijske vsebine vegetacijske karte.

Preglednica 2: Členitev kočevskega območja po gradientih fiziografskih dejavnikov na podlagi njihove vzajemne informacijske vsebine z Vegetacijsko karto Kočevsko-ribniškega območja (PUNCER 1980)

Table 2: Classification system for the study region, based on mutual information analysis of the Kočevje Region Vegetation Map (PUNCER 1980) in relation to physiographic factors



Legenda: N – število vzorčnih ploskev v stratumu, $H_{1(y)}$, $H_{2(y)}$ – entropija v vzorcu na posameznih ravneh stratificiranja, $I_{(x,y)}$ – ocena vzajemne informacijske vsebine, r_1 , r_2 – delež pojasnjene informacijske vsebine na posameznih ravneh stratificiranja.

Če smo vzorčne podatke stratificirali še z drugimi fiziografskimi dejavniki, entropije v vzorcu vegetacijske karte nismo več zmanjšali tako kot s stratumi po nadmorski višini in stratumi talnih enot. Iz višinskih pasov med 400 in 600 m, 600 in 800 m ter pasu nad 800 m smo izluščili vzorčne podatke po dveh največjih skupinah tal in jih razvrstili po stratumih preostalih fiziografskih dejavnikov. V pasu med 400 in 600 m smo za 86 točk na rjavih tleh na dolomitu ocenili največji delež informacijske vsebine s stratificiranjem po reliefni amplitudi ($r_T = 0,14$), za 129 točk na rjavih tleh na apnencu pa po stratumih

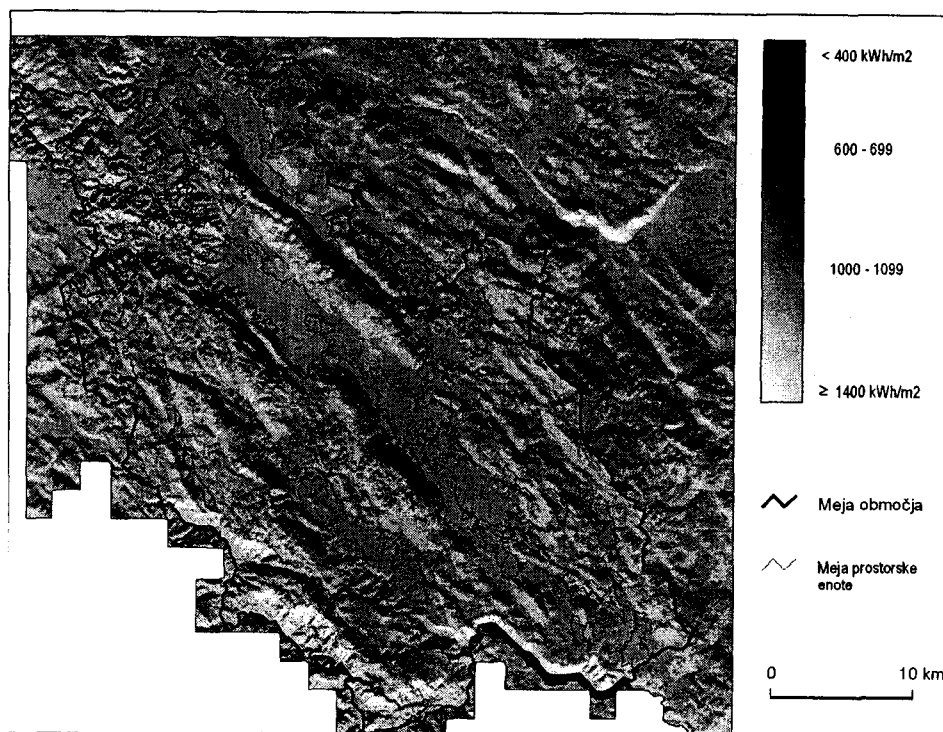
globalnega obsevanja ($r_T = 0,11$). Med 600 in 800 m je za 76 točk na rjavih tleh na dolomitu najpomembnejša reliefna amplituda ($r_T = 0,12$), za 68 točk na rjavih tleh na apnencu pa oblikovitost terena ($r_T = 0,12$). Oblikovitost terena je odločilna na rendzinah v pasu nad 800 m ($N = 57$; $r_T = 0,22$) in tudi na rjavih tleh na apnencu ($N = 80$; $r_T = 0,14$). Z razvrščanjem teh šestih talnih enot po stratumih preostalih fiziografskih dejavnikov smo pojasnili le 4 % informacijske vsebine vegetacijske karte, nadaljevanje analize pa bi bilo nesmiselno tudi zaradi majhnega števila vzorčnih podatkov na tretji ravni hierarhične zasnove stratificiranja.

Posebej smo ocenili vzajemno informacijsko vsebino med modeli fiziografskih dejavnikov in rabo prostora na Kočevskem. Z modelom reliefnih amplitud smo pojasnili največ informacijske vsebine, ocenjene na karti prostorskih enot negozdnih zemljišč in gozdne matice. Nad desetino informacijske vsebine te karte smo pojasnili še s stratumi po pedološki karti in po modelu celotnega letnega potencialnega sončnega obsevanja.

Preglednica 3: Vzajemna informacijska vsebina med ocenjenimi fiziografskimi dejavniki in kartama današnje rabe ($H_{(y)} = 0,435$) ter rabe prostora iz 18. stoletja ($H_{(y)} = 0,674$) na Kočevskem

Table 3: Mutual information content of actual land use map ($H_{(y)} = 0,435$), data from 18th century military maps ($H_{(y)} = 0,674$) and estimated physiographic factors for the study area

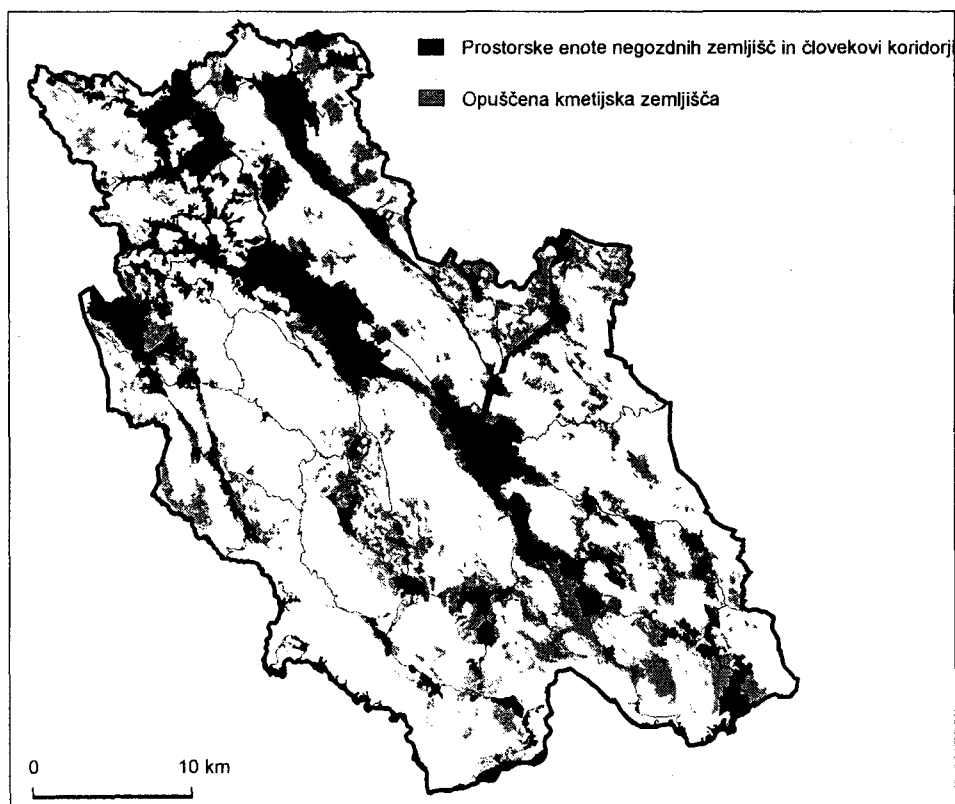
| FIZIOGRAFSKI DEJAVNIKI PHYSIOGRAPHIC FACTORS | Današnja raba prostora Actual land use | | Raba prostora v 18. stoletju Land use in the 18th century | |
|--|---|-----------|--|-----------|
| | r_1 | $2I(x,y)$ | r_1 | $2I(x,y)$ |
| Potencialno obsevanje Potential solar irradiation | 0,10 | 98,4*** | 0,03 | 48,8*** |
| Kvaziglobalno obsevanje Quasiglobal solar irradiation | 0,04 | 44,2*** | 0,00 | 7,6* |
| Tla / Soils | 0,14 | 139,3*** | 0,05 | 72,1*** |
| Reliefna amplituda / Relief amplitude | 0,15 | 153,5*** | 0,05 | 82,7*** |
| Oblika reliefa / Topography | 0,06 | 59,0*** | 0,04 | 58,1*** |
| Nadmorska višina / Altitude | 0,08 | 85,2*** | 0,04 | 62,8*** |



Slika 2: Model celotnega letnega potencialnega sončnega obsevanja na Kočevskem; vrisane so meje prostorskih enot negozdnih zemljišč

Figure 2: Distribution of total yearly potential solar irradiation for the study area. Indicated are borders between forest and spatial units of non-forested areas.

V času jožefinskega kartiranja pred več kot 200 leti so negozdna zemljišča obsegala 41 % površine območja; po podatkih, izpeljanih iz klasifikacije satelitskega posnetka, je današnji delež negozdnih zemljišč le še 20 %. Z modeli fiziografskih dejavnikov smo pojasnili manj informacijske vsebine, ocenjene na podlagi jožefinskega kartiranja ob koncu 18. stoletja. Na kočevskem območju je bila nekdanja kmetijska raba prostora razporejena prek večjih gradientov reliefnih amplitud, talnih tipov in potencialnega sončnega obsevanja, kot je danes.



Slika 3: Današnja kmetijska zemljišča in človekovi koridorji ter območja opuščenih vasi, poljedelskih zemljišč, travnikov in pašnikov, ki so jih kartirali na kočevskem območju ob koncu 18. stoletja

Figure 3: Actual farmland spatial units and human corridors in the study area and the former area of villages, agricultural land, grasslands and pastures, derived from 18th century military maps.

Negozdna zemljišča so ostala prevladujoče razporejena v ravninskem in gričevnatem svetu. Glavnina teh zemljišč se razprostira do 600 m nadmorske višine, kajti 23 od 37 prostorskih enot leži z večino ali celo z vso svojo površino v pasu do te nadmorske višine. Skupaj predstavljajo 81 % površine prostorskih enot kmetijskih zemljišč. Ravninski in gričevnat svet obsegata 20 % površine kočevskega območja, na tem prostoru pa je razporejenih 51 % površine prostorskih enot kmetijskih zemljišč.

Na podlagi izsledkov ocenjujemo, da je na kočevskem območju relief tisti krajinskoekološki dejavnik, ki najmočneje vpliva na razporeditev vegetacijskih enot in rabe prostora v gozdnati krajini. Na regionalni ravni smo z nadmorsko višino pojasnili največji delež informacijske vsebine na vegetacijski karti. Čeprav smo na podlagi geološke karte ocenili, da obsegajo karbonatne kamnine 87 % površine kočevskega območja, smo po posameznih višinskih pasovih ocenili največjo vzajemno informacijsko vsebino med vegetacijsko karto in stratumi talnih tipov. S stratumi, ki smo jih oblikovali na podlagi modela letne energije kvaziglobalnega sončnega obsevanja, smo pojasnili le 3 % informacijske vsebine na vegetacijski karti. Na majhnem ozemlju, kot je Slovenija, je relief odločilen dejavnik, ki vpliva na razporeditev energije kvaziglobalnega obsevanja (GABROVEC 1996). Razlike v letni energiji kvaziglobalnega obsevanja na Kočevskem so posledica različnih ekspozicij in osenčenosti, te pa smo ocenili tudi s preprostejšim modelom potencialnega sončnega obsevanja.

4 RAZPRAVA DISCUSSION

S stratumi fiziografskih dejavnikov, ki smo jih ocenili na velikoprostorski ravni, smo pojasnili le tretjino informacijske vsebine vegetacijske karte. Po tem sklepamo, da ocenjeni fiziografski dejavniki ne oblikujejo takih ločnic, ki bi jih povsod na Kočevskem zanesljivo nakazale tudi meje med vegetacijskimi enotami na karti v merilu 1:200.000. DAVIS in DOZIER (1990) sta v Kaliforniji za območje, veliko 7.300 ha, s fiziografskimi dejavniki pojasnila 27 % vsebine vegetacijske karte, čeprav je njuno območje obsegalo dve različni fiziografski enoti. KIENAST / BRZEZIECKI / WILDI (1994) so v Švici oblikovali model za napovedovanje naravne gozdne vegetacije tako, da so za 7.500 fitocenoloških popisov ocenili klimatske, topografske, talne in geološke dejavnike. Ocene z modela so z geografskim informacijskim sistemom in zbirko krajinskoekoloških podatkov prenesli na prostor celotne Švice. Ko so napovedane vrednosti primerjali s terenskim klasičnim fitocenološkim določanjem vegetacije na testnih območjih, so za posamezne gozdne združbe dosegli 50–80 % natančno napoved.

Ob primerjanju zgornjih izsledkov je potrebno upoštevati, da so gradienti naravnih dejavnikov na Kočevskem, v Kaliforniji in Švici različni; razlikujejo se tudi zgradbe in

delovanje krajin, zlasti človekov vpliv v krajinah. Toda veliko vlogo pri natančnosti napovedovanja gozdnih združb ali ocenjevanju vzajemne informacijske vsebine vegetacijske karte z drugimi kartami je treba pripisati tudi zanesljivosti podatkov, ki so bili zajeti v modelih. DAVIS in DOZIER (1990) sta sprva z izvornimi podatki pojasnila le 19 % informacijske vsebine svoje vegetacijske karte. Ta delež sta povečala na 27 %, ko sta posebej zbrala podatke na 300 testnih vzorčnih ploskvah in te (sicer slučajnostno izbrane ploskve) celo premikala tako, da je vsaka ploskev obsegala homogene vegetacijske in rastiščne značilnosti.

Kolikšen delež nepojasnjene informacijske vsebine vegetacijske karte je mogoče pripisati nezanesljivosti podatkov v prostorskem modelu, je vsaj tako težko oceniti, kot je na primer težko oceniti zanesljivost kartiranja potencialne naravne vegetacije. ZUPANČIČ in ŽAGAR (1995) sta zapisala, da so razmejitve med fitogeografskimi enotami – provincami, sektorji in distrikti, pa tudi med regijami – bolj ali manj subjektivne. Tudi če so kartirane enote homogene in zanesljivo določene v prostoru, so zarisane meje med njimi največkrat le nakazovalci prehodov in ne predstavljajo ostrih ločnic, kot bi jih lahko zmotno interpretirali. Vegetacijsko karto Kočevsko-ribniškega območja je PUNCER (1980) priredil po gradivu za Vegetacijsko karto Jugoslavije iz leta 1970. Na karti v merilu 1:200.000 je gotovo moral narediti veliko posplošitev gozdnega roba in meja vegetacijskih enot. Kakovosti teh prostorskih podatkov ni mogoče objektivno oceniti, ker avtorji ob izdelanih gradivih niso opisali metod dela, koncepta kartografskega prikaza, prostorske ločljivosti kartiranih enot in njihove atributne natančnosti. FALINSKI (1993) je predstavil konceptualne zahteve, ki jih je treba upoštevati pri preoblikovanju in generaliziranju temeljnih geobotaničnih kart, med katere sodijo fitosociološke, floristične in fitogeografske karte. Opozoril je, da ni mogoče izdelati splošne vegetacijske karte, ki bi jo lahko uporabili na različnih raziskovalnih in gospodarskih področjih. Pri oblikovanju temeljnih fitocenoloških kart je treba poznati in upoštevati tudi ekološki ter geografski pomen podatkov, ki jih vsebujejo takšne karte.

Na podlagi vegetacijske karte in ocene vzajemne informacijske vsebine s fiziografskimi dejavniki smo na Kočevskem oblikovali stratume, ki so po svoji hierarhični zgradbi podobni krajinskoekološkimi izhodiščem, kot sta jih opisala tudi GOSZ in SHARPE (1989). Opozorila sta, da je treba pri ocenjevanju sprememb v naravnem okolju upoštevati, kako se ekološki procesi in dejavniki okolja, ki jih pogojujejo, spreminjajo s

časovnim in prostorskim merilom. Klimatske značilnosti oblikujejo razporeditev in prehode med biomi. Na regionalni ravni so odločilnejše geomorfološke danosti, ki so pogosto skladne s tlemi, rabo prostora in vrsto vegetacije. Mikrotopografski gradienti, talne in vegetacijske raznolikosti oblikujejo lastnosti ekotopov. Pri vsaki od teh ravni nastopa več med seboj povezanih dejavnikov, s spremembo merila se spremenijo tudi njihove povezave.

Na Slovenskem je človek naravne krajine tako preoblikoval, da so fitogeografska območja in distrikti zgolj okvir za ocenjevanje raznovrstnosti ter ohranjenosti gozdov, raba prostora pa tisti proces, na katerega je potrebno opreti koncept nadzora gozdnih ekotopov in gozdnate krajine. Na to nas opozarja tudi legenda na Vegetacijski karti Kočevsko-ribniškega gozdnogospodarskega območja (PUNCER 1980). Po tej karti obsegajo vegetacijski kompleksi in razvojni stadiji 7 % površine območja, traviščne združbe pa 25 %. Po podatkih jožefinskega kartiranja je bila na kočevskem območju gozdnatost v 18. stoletju 59 %, danes je za 21 % večja.

Ob koncu 19. stoletja je za Kočevsko veljalo, da je bila velika gostota naseljenosti združena s popolnim izkoriščanjem tal; le-to je bilo zemljiščem zelo dobro prilagojeno (CIGLAR 1976). Današnja raba prostora je le ostanek nekdanje kmetijske rabe. Človekov vpliv je bil tako velik, da je mogoče z ocenjevanjem fiziografskih dejavnikov pojasniti le del procesov v delovanju gozdnate krajine. Podobno je ugotovil tudi IVERSON (1988), ko je v Illinoisu ocenjeval spremembe vegetacijskih tipov v zadnjih 160-tih letih, analiziral današnjo prostorsko heterogenost in oboje vzporejal z ekološkimi dejavniki. Kompleks ekoloških dejavnikov je izraziteje oblikoval razporeditev vegetacijskih tipov, prepuščenih predvsem naravnemu razvoju. Pri tistih vegetacijskih tipih, ki jih je preoblikoval človek, je bila povezanost z ekološkimi dejavniki le izjemna. Na Kočevskem so naravni dejavniki omejevali rabo prostora, kajti ljudje so sprva poselili doline in ravnice, nato višje ter strmejšje predele. Kjer je bilo obdelovalnega sveta malo, so ljudje kmetijsko rabo prostora pomaknili prek ločnic, ki bi jih danes radi pokazali med kmetijsko in gozdarsko rabo prostora.

5 SUMMARY

We have applied mutual information analysis to assess environmental gradients that occur over the Kočevje region. An evaluation of the physiographic factors, vegetation characteristics, the distribution of land use units in the forest matrix was made. The Kočevje region, which extends across an area of 118,000 hectares, was selected from among 14 former forest management regions in Slovenia. In a study of its vegetation characteristics and recorded animal groups, researchers noted that the natural environment in the Kočevje region has, to a large extent, been preserved. In the case of mammals in particular, this remains one of the few environments in Europe where herbivorous roe deer and red deer and wild boar as well as predators such as the wolf, bear and lynx can be found together. Under the phytogeographic division of Slovenia, the vegetation in the Kočevje region belongs to the dinaric and pre-dinaric phytogeographic types (MARINČEK 1987). In 1992 Zupančič concluded that the area lies within the optimal phytogeographic area of the Illyrian floral province, and that it divides into upper dinaric and lower pre-dinaric forests. He classified forests by belts into sub-montane and mid-montane pure beech pre-dinaric forests, with the second belt being composed of upper-montane mixed fir and beech forests with sections of pure beech dinaric forests. These extend up to the highest peaks in the area, at an altitude of between 1,100 and 1,290 metres. The north-eastern and south-eastern parts of the region experience a Pannonian climate which, via Bela Krajina and up the Kolpa River, also affects the extreme southern edge of the territory.

An evaluation of the mutual information content with the Kočevje Region Vegetation Map (PUNCER 1980) for the delineated vegetation units and individual models of physiographic factors including solar irradiation, precipitation, geology, soils, relief amplitude, topography and altitude was carried out. For all physiographic factors, the characteristic mutual information content was evaluated with the vegetation map. The largest entropy reduction in the sample was achieved when 200 m wide belts of strata were used. The estimated initial entropy fell from $H(y)=1.911$ to $H(y)=1.629$ if the sample data from the vegetation map was merged for strata belts of less than 400 m, 400 to 600 m, 600 to 800 m and more than 800 m above sea level. The strata formulated in this way accounted for 15 % of the information content of the vegetation map. We also evaluated more than 10 % of the information content with the strata formed with the data

from the pedologic map and with the strata formed under the relief amplitude in a one-kilometre grid. Because the altitude was deemed the single most important physiographic factor in the area, it was put on the first level of the hierarchical stratification process. The second most important factor in the hierarchical structure was the soil. With the strata from the pedologic map, 18 % of the information content for the 400 to 600 m and for the 600 to 800 m altitude belts was explained, and 20 % for the belt of more than 800 m in altitude. The lithological structure and the soil are the most decisive factors in the belt below 400 m in altitude. At three levels of stratification, 35 % of the information content of the vegetation map was explained.

In the forested landscape of the Kočevje region, 80 % forest cover was established by supervised classification of the data from the Landsat TM multispectral satellite imagery, collected in August 1992. The accuracy rate of the classification to forested and non-forested areas in the model area was 94 % (HLADNIK 1998). The land use distribution in the Kočevje region is preconditioned by physiographic factors. Relief amplitude was the most important variable, controlling the spatial distribution of non-forested land use in forest matrix. We also evaluated more than 10 % of the information content with the strata formed with the data from the pedologic map and with the strata formed under the potential solar irradiation.

The distribution of historic land use was less closely related to physiographic factors. Based on maps from the end of the 18th century (RAJŠP 1995) it was estimated that at that time forests covered 59 % of the entire surface area of the Kočevje region. Relief amplitude and soils were the most important variables, controlling the spatial distribution of land use. They accounted for only 5 % of the information content of the land use map from 18th century. Topographic constraints on land use have not been severe. Initially, the new settlers only lived in settlements in basins with permanent springs and streams; later they established high-lying forest villages. Most of the Kočevje region is comprised of typical karst landscape on a limestone and dolomite base, and only some patches in the central and southern parts on impermeable rocks developed a normal relief.

The Second World War had dramatic repercussions for both people and the landscape of the Kočevje region. Of the total number of 170 pre-war settlements, 70 are no longer in

existence; pioneering vegetation has recovered between 25.000 and 28.000 hectares of former farmland in the region. Therefore, land use has changed. Pastures and meadows have been mostly abandoned, the remaining farmland is mostly in the plains and moderately hilly areas. Most of this land extends up to 600 m above sea level, with 23 out of 37 spatial units situated mostly or entirely in this altitude belt. In total, they form 81 % of the surface area of the agricultural spatial units. In the past, agricultural land use was distributed over steeper gradients of physiographic factors.

6 VIRI REFERENCES

- ANKO, B., 1983. Celek kot krajinskoekološka enota gozdnate krajine.- Disertacija, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 246 s.
- CIGLAR, M., 1979. Raziskave o posledicah izpraznitve gozdnate kulturne krajine, prikazane na primeru Kočevske.- Ljubljana, IGLG, Strokovna in znanstvena dela 64, 162 s.
- DAVIS, F. W. / DOZIER, J., 1990. Information Analysis of a Spatial Database for Ecological Land Classification.- Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 56, 5: 605-613.
- DEMŠAR, B., 1995. Transformacija grafičnih zemljiško-katastrskih načrtov – ravnanje robov načrtov.- Geodetski vestnik 39, 4: 280-284.
- EASTMAN, J. R., 1995. IDRISI for Windows. User's Guide Version 1.0.- Worcester, IDRISI Production, Clark University, 372 s.
- ESRI 1996. PC ARC/INFO Version 3.5 – User's manual.- Redlands, Environmental Systems Research Institute, Inc.
- FALINSKI, J. B., 1993. Applied geobotany and "ecologization" of geobotanical maps.- *Fragm. Flor. Geobot. Suppl.* 2, 2: 501-512.
- FORMAN, R. T. T., 1995. Land Mosaics – The ecology of landscapes and regions.- Cambridge, Cambridge University Press, 632 s.
- FRANK, E. C. / LEE, R., 1966. Potential Solar Beam Irradiation on Slopes.- Fort Collins, Colorado, USFS Research Paper RM-18, 117 s.
- GABROVEC, M., 1996. Sončno obsevanje v reliefno razgibani Sloveniji.- *Geografski zbornik* 36: 47-68.

- GRANIERO, P. A., PRICE, J. S., 1999. The importance of topographic factors on the distribution of bog and heath in a Newfoundland blanket bog complex.- *Catena* 36: 233-254.
- GAŠPERŠIČ, F., 1995. Gozdnogospodarsko načrtovanje v sonaravnem ravnanju z gozdovi.- Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 403 s.
- GOSZ, J. R. / SHARPE, P. J. H., 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography and biota at biome transitions.- *Landscape Ecology* 3, 3/4: 229-243.
- HLADNIK, D., 1998. Nadzor gozdnih ekotopov na velikoprostorski ravni za sonaravno gospodarjenje z gozdom in gozdnato krajino.- Disertacija, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 286 s.
- HOČEVAR, A. / KAJFEŽ-BOGATAJ, L. / PETKOVŠEK, Z. / PRISTOV, J. / RAKOVEC, J. / ROŠKAR, J. / ZUPANČIČ, B., 1982. Sončno obsevanje v Sloveniji.- Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 96 s.
- HOČEVAR, A. / KAJFEŽ-BOGATAJ, L., 1983. Značilnosti Kočevske glede na podnebje Slovenije.- Ljubljana, 39 s.
- HOČEVAR, M., 1996. Uporaba satelitske detekcije v gozdarstvu.- V: MATKO, D. (Ur.), Uporaba vesoljskih tehnologij, Radovljica, Didakta, s. 280-305.
- IVERSON, L. R., 1988. Land-use changes in Illinois, USA: The influence of landscape attributes on current and historic land use.- *Landscape Ecology* 2, 1: 45-61.
- KIENAST, F. / BRZEZIECKI, B. / WILDI, O., 1994. Computergestuetzte Simulation der raeumlichen Verbreitung naturnaher Waldgesellschaften in der Schweiz.- *Schweiz. Z. Forstwes.* 145, 4: 293-309.
- KOROŠEC, B., 1993. Gozdovi skozi čas. Prostorske registrature in mapiranje gozdov do leta 1828: kartografske predstavitve gozda pred uveljavitvijo franciscejskega katastra.- Ljubljana, Kmečki glas, 154 s.
- KOTAR, M. / ROBIČ, D., 1990. Povezanost proizvodne sposobnosti rastišča z nekaterimi ekološkimi dejavniki.- *GozdV* 48, 5: 225-243.
- KOTAR, M. / ROBIČ, D., 2001. Povezanost proizvodne sposobnosti bukovih gozdov v Sloveniji z njihovo floristično sestavo.- *GozdV* 59, 5-6: 227-247.
- KREN, L., 1995. Kočevska, 600 let nemški jezikovni otok.- *Kronika*, časopis za slovensko krajevno zgodovino 43, 3: 1-6.
- MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem.- Ljubljana, Delavska enotnost, 153 s.

- NATEK, K., 1983. Metoda izdelave in uporabnost splošne geomorfološke karte.- Magistrska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, PZE za geografijo.
- NAVEH, Z., 1994. Introduction to landscape ecology as a practical transdisciplinary science of landscape study, planning and management.- V: CATTANEO, D./ SEMENZATO, P. (Ur.), *Atti del XXXI Corso di Cultura in Ecologia*, S. Vito di Cadore, s. 1-48.
- PLUT, D., 1999. Regionalizacija Slovenije po sonaravnih kriterijih.- *Geografski vestnik* 71: 9-25.
- PRELESNIK, A., 1992. Zgodovinski oris območja Kočevskega naravnega parka.- Kočevski naravni park, Gozdno gospodarstvo Kočevje, 6 s.
- PUNCER, I., 1980. Dinarski jelovo bukovi gozdovi na Kočevskem.- *Razprave SAZU* 22, 6, 161 s.
- RAJŠP, V., 1995. Slovenija na vojaškem zemljevidu 1763-1787 – Opisi.- Ljubljana, ZRC SAZU in Arhiv Republike Slovenije, 147 s.
- ROBIČ, D., 1974. Fitocenoza, biocenoza, biogeocenoza in ekosistem.- *GozdV* 32, 2-4: 77-86.
- WEIBEL, R., 1989. Konzepte und Experimente zur Automatisierung der Reliefgeneralisierung.- *Geoprocessing Reihe*, Geographisches Institut, Universitaet Zuerich, 15, 176 s.
- ZONNEVELD, I. S., 1989. The land unit - A fundamental concept in landscape ecology and its applications.- *Landscape Ecology* 3, 2: 67-86.
- ZUPANČIČ, M., 1976. Prevladujoče gozdne združbe Slovenije.- *Proteus* 39, 2: 51-58.
- ZUPANČIČ, M. / MARINČEK, L. / SELIŠKAR, A. / PUNCER, I., 1987. Considerations on the phytogeographic division of Slovenia.- *Biogeographia* 13: 89-98.
- ZUPANČIČ, M., 1992. Gozdna in grmiščna vegetacija.- V: BOLE, J. / ZUPANČIČ, M. (Ur.), *Flora, vegetacija in favna kočevsko-ribniškega območja*, Biološki inštitut Jovana Hadžija, ZRC SAZU, s. 6-10.
- ZUPANČIČ, M. / ŽAGAR, V., 1995. New views about the phytogeographic division of Slovenia, I.- Ljubljana, SAZU, *Razprave IV. razreda* 36: 3-30.
- ŽUMER, L., 1948. Gozdnogospodarska področja Slovenije – njihova utemeljitev, vloga in pomen.- Ljubljana, IGLG, 109 s.